

# イールドカーブ戦略の理論と実践

## —米国債券市場における経験と展望—

早稲田大学 大学院ファイナンス研究科

教授 四塚 利樹

### 目 次

- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| 1. イールドカーブ戦略の登場と浸透 | 4. 期間構造モデルに基づくイールドカーブ戦略 |
| 2. 均衡期間構造モデル       | 5. ダイナミックヘッジ戦略とイールドカーブ  |
| 3. バタフライ・トレード      | 6. 結語                   |

本稿では、イールドカーブの傾き・曲率等を対象とする投資戦略（イールドカーブ・アービトラージ戦略）について、投資銀行やヘッジファンドによる実践の歴史を振り返りつつ、マルチファクター期間構造モデルを用いたトレーディング手法などを紹介し、運用シミュレーションを含む代表的な実証分析の成果を展望する。広く知られた手法であるバタフライ・トレードについても、理論的観点から整理するとともに、統計的アプローチに偏った運用の危険性を指摘する。イールドカーブのゆがみ（ミスプライシング）を発生させる原因は多岐にわたるが、ここでは重要な具体例としてMBS投資家によるコンベクシティヘッジを取り上げ、それが米国イールドカーブの形状をゆがめるメカニズムを検討する。

### 1. イールドカーブ戦略の登場と浸透

債券市場における相対価格のゆがみ（ミスプライシング）を発見して裁定ポジションを構築し、ゆがみの解消に伴う利益を狙う運用戦略は、一般に「債券アービトラージ戦略」という名で知られ

ている。主に金利水準の方向性によってパフォーマンスが決まる伝統的な債券運用とは異なり、国債イールドカーブやスワップイールドカーブの形状、スワップスプレッド、国債銘柄間（On/Off-the-Run）スプレッド、金利ボラティリティの期間構造など、多様な「相対価値指標」が収益とリス



四塚 利樹（よつづか としき）

1981年京都大学経済学部卒業。マサチューセッツ工科大学にてPh. D.（経済学博士）取得。シカゴ大学ビジネススクール助教授を経て、ソロモン・ブラザーズ（現シティグループ）に勤務、マネジング・ディレクター（執行役員）などを務める。その後、法政大学教授、一橋大学大学院客員教授を経て、2004年より現職。シンプレクス・アセット・マネジメント取締役（兼務）。共著書に『ヘッジファンド・テクノロジー』（東洋経済新報社、2000年）など。主な論文に「相対価値ヘッジファンド」（『証券アナリストジャーナル』2000年4月号）、「ヘッジファンドの運用手法—マーケットニュートラル戦略を中心に—」（同2003年4月号）など。

クの源泉となる。本稿では、その中から特にイールドカーブの傾き・曲率等を対象とする戦略（イールドカーブ・アービトラージ戦略）を取り上げ、投資銀行やヘッジファンドによる実践の歴史を簡単に振り返りながら、最近の理論的分析ツールを紹介し、代表的な実証分析の成果を展望する。また、MBS（モーゲージ証券）投資家によるヘッジ行動が米国イールドカーブの形状に与える攪乱を明らかにし、想定外のリスクを避けるための留意点についても検討する。

イールドカーブ・アービトラージが、一部の大手金融機関によってシステムチックに実践されるようになるのは、1980年代後半の米国市場においてであったと言って差し支えないだろう。イールドカーブ・アービトラージに関する記事がウォールストリート・ジャーナルに初めて登場したのは1989年のことである。最初に掲載された記事（Swartz and Winkler（1989））は、当時のソロモン・ブラザーズ（現シティグループ）のアービトラージ部門が米国債イールドカーブ取引で同年第1四半期に1億ドル以上の損失を被ったとの内容だった。しかし同社は評価損を抱えながらも収益機会を放棄せずにポジションを維持し、第2四半期にはゆがみの収束によって史上最高益を達成している。また、別の記事（Torres（1989））では、ほかにも少数の投資銀行がこの分野に注力し、債券相場の方向性に左右されない収益を上げていることが報じられた。

1980年代においてはごく少数のプレーヤーに限られていた債券アービトラージ戦略は、その極めて魅力的な運用成績（1980年代後半から90年代前半にかけてソロモンの収益の過半を稼いでいたのがアービトラージ部門であった）によって次第に広く知られるようになり、1990年代に入ると、金融機関やヘッジファンドの中から模倣者が続出す

るようになった。一般的に言って、アービトラージャーが増加すれば市場のゆがみの収束スピードは速くなり、大きなゆがみはあまり見られなくなる。実際、ドル金利スワップイールドカーブのミスプライシングを「均衡期間構造モデル」（後述）からの乖離によって計測すると、1994年以前はミスプライシングの変動が大きな幅を持ち、長いサイクルを描いているのに対し、1994年ごろからは変動の幅がかなり小さくなったことが報告されている（三上・四塚（2000）71～72ページ）。一時的なショックによって均衡モデルとのズレが拡大することはあっても、サプライズが消化されると速やかに収束するという傾向が強まり、債券アービトラージの収益機会減少方向に向かった。

しかし1998年夏にヘッジファンド危機（ロシア・LTCM危機）が発生すると、流動性スプレッドや信用スプレッドが急激に拡大し、債券アービトラージ戦略にも大きな損失をもたらした。多額の損失を被ったヘッジファンドは、追加担保に必要な現金を確保するため大規模なポジション解消を余儀なくされ、それがさらにスプレッド拡大の加速をもたらす結果となる。市場のゆがみが拡大したことでアービトラージ戦略の収益機会は増大したはずだが、エクイティ（純資産）の急減で信用力にダメージを受けた多くのファンドは、増大したアービトラージ機会に投資するためのレバレッジ維持能力を失っていた。

その後3年近くにわたって債券アービトラージ系ヘッジファンドからは資金が流出し、またLTCMを模倣していた欧米金融機関も一斉に自己売買部門を縮小した。さらにいわゆる「2000年問題」、「ITバブル崩壊」、「米国同時多発テロ」、「30年米国債発行停止」、「企業会計スキヤングル」などのネガティブイベントが続く中、アービトラージ活動も低調で、債券市場のゆがみは修正に長い

時間がかかるようになった。同じ投資戦略で競合する市場参加者が多過ぎると、市場が効率的になって投資機会が乏しくなるが、逆に過少であってもミスプライシングがなかなか解消しない（したがってリターンが得られない）というのが、一種のジレンマである。

最近の状況を見ると、2001年ごろから債券アービトラージ系ファンドにも再び多額の資金が流入するようになり、ゆがみの収束スピードが上昇してファンド間の競争は厳しくなりつつある。2001年ごろには顕著に割安であったMBSは、本稿執筆時点（2005年11月）にはほぼ適正価格（あるいは若干割高な水準）に収束している。ちなみにヘッジファンド業界全体の運用純資産総額は2000年に4,000億ドル程度であったものが、2003～2004年の記録的資金流入を経て、2005年6月末時点で1兆ドルを超えたと推定されている。

## 2. 均衡期間構造モデル

イールドカーブ・アービトラージにおいては、国債や金利スワップのイールドカーブの各セクター（年限）について割安度・割高度を推定し、割安なセクターを買いと同時に相対的に割高なセクターをショートして適正水準への収束を待つことになる。このような戦略においてはイールドカーブのゆがみを計測・評価する必要があるため、なんらかの期間構造モデルを用いて「適正」なイールドカーブを推定することが多い。ここで言う期間構造モデルとは、デリバティブのプライシングに用いられるものとは異なり、マーケットのイールドカーブに完全にフィットすることを目指すものではない。市場金利を近似しつつ経済的直観にも合致するようなイールドカーブを、少数のパラメータに基づいて生成するためのモデルである。

イールドカーブの局所的なゆがみ（例えば8年債・10年債に対する9年債の割安度）は、モデルを使うまでもなく直観的に明らかかもしれない。しかし、より大域的なゆがみ（例えば2年債・10年債と比較した5年債の割安度）を定量的に評価してポジションを構築しようという場合には、適正なイールドカーブの形状を表現するモデルが重要な役割を果たすことになる。また、このようなモデルは投資機会の発見に役立つだけでなく、割安度・割高度以外のリスクファクターに対してヘッジされた（マーケットニュートラルな）ポジションをどう構築するかという問題についても指針を与えてくれる。

このような目的で1990年ごろにソロモン・ブラザーズのアービトラージ部門で開発された期間構造モデルは「2+（“Two-Plus”）モデル」と呼ばれたが、90年代に多くの関係者が他社に移籍したにもかかわらず、長い間公開されることはなかった。しかしこれとほぼ同一のモデルが、最近になって（移籍先である）幾つかの欧米投資銀行のリサーチレポートで発表されている（Chang and Naik (2002)、Kocic (2002)）。多少のバリエーションはあるが、これらのモデルの基本形は次のように書くことができる。

$$dx = \alpha(m_x - x)dt + \sigma_x dw_x \quad (1)$$

$$dy = \beta(m_y - y)dt + \sigma_y dw_y \quad (2)$$

$$dr = \lambda(x + y - r)dt + \sigma_r dw_r \quad (3)$$

$$E[dw_x dw_y] = \rho dt, E[dw_x dw_z] = E[dw_y dw_z] = 0$$

ここで $x$ は長期金利水準と強い相関を持つ「レベルファクター」、 $y$ はイールドカーブの傾きと強い相関を持つ「スロープファクター」（ただし符号

は逆)、 $r$ は短期金利、また $dw_x$ 、 $dw_y$ 、 $dw_z$ は単純ブラウン運動である。 $\alpha$ と $\beta$ はそれぞれ $x$ と $y$ の平均回帰傾向の強さ ( $\alpha < \beta$ )、 $m_x$ と $m_y$ はそれぞれ $x$ と $y$ の長期平均、 $\sigma_x$ と $\sigma_y$ は $x$ と $y$ のボラティリティを表す。短期金利 $r$ は調整速度 $\lambda$ で $x+y$ へ収束していく形になっている。「2+」という名前は、2ファクターモデルの上に、その解をターゲットとする平均回帰プロセスを重ねた形を指しており、全体では3ファクターモデルとなっている。

(3)式の定式化は、中央銀行が金融調節を行う際に $x+y$ をターゲットとして現実の短期金利 $r$ をスムーズに誘導していくという枠組みを表現するものと解釈することができる。ただし、通常 $r$ の半減期 ( $\ln 2/\lambda$ ) は $x$ と $y$ のそれに比べてかなり短いと考えられる。このような定式化は、オーバーナイト金利のボラティリティが非常に低いという経験則と整合的であり、さらに金利ボラティリティの期間構造が満期と予測ホライズンに関してhump-shapedであるという経験則 (Dai and Singleton (2003) 参照) とも整合的である。もし(3)式を

$$r = x + y \tag{3A}$$

で置き換えれば、短期金利 $r$ の調整速度は無限大となり、モデルはVasicek (1977) の2ファクター版 (Tuckman (2002) のChapter13でV2モデルと呼ばれているもの) に帰着するが、その場合オーバーナイト金利のボラティリティを現実に合わせては不可能になる。

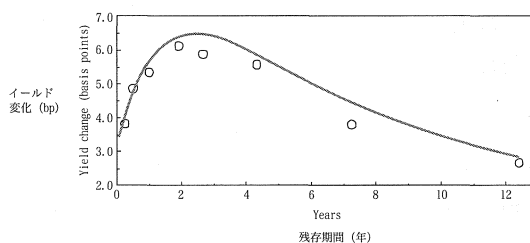
短期金利が収束していくターゲットが二つのファクターによって変動するという想定も、債券市場の観察に基づくものである。例えば米国では主要経済指標の多くが午前8時30分にリリースされるが、Fleming and Remolona (1999) は統計発表後5分間の米国債イールドの変化を分析し、マク

ロ経済に関するニュースが満期2年以上のイールドカーブをパラレルシフトに近い形で変化させる場合 (CPI・PPI等の物価関連データ) と、主にイールドカーブの傾きを変化させる場合 (雇用統計・住宅着工等の実物関連データ) があることを明らかにした (図1参照)。われわれのレベルファクター $x$ は前者、スロープファクター $y$ は後者を表現していると考えることができよう。また、短期金利の反応がどのニュースに対しても鈍い (しかも満期が短くなるほど鈍くなる) という事実も、(3)式で容易に説明できる。

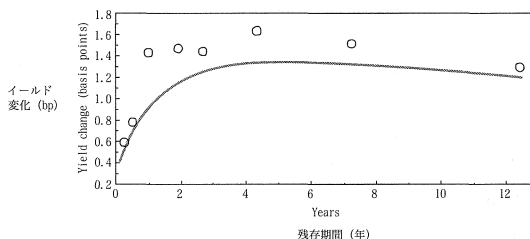
中央銀行の金利ターゲット ( $x+y$ ) をいわゆる「テイラー・ルール」(Taylor (1993)) のフォワード・ルッキング・バージョン (Clarida, Gali and Gertler (2000)) との関連で解釈することもできる。やや

図1

(a) 非農業部門就業者数サプライズによるイールドカーブ変化



(b) 消費者物価指数サプライズによるイールドカーブ変化



(注) Fleming and Remolona (1999) のFig. 3より抜粋。曲線は推定された2ファクターモデルによる予測。○印プロットはイールド変化を(モデルによる制約なしに)各サプライズに回帰した場合の回帰係数。

単純化して言えば、レベルファクター  $x$  は主として期待インフレ率(あるいはインフレターゲット)と均衡実質金利、スロープファクター  $y$  は主としてGDPギャップ等の景気動向を反映して動くと考えることができよう。

### 3. バタフライ・トレード

イールドカーブ・アービトラージ戦略の典型的な取引として、まずカーブの「曲率」に注目する「バタフライ・トレード」について検討してみたい。これは、異なる満期  $T_A, T_B, T_C$  ( $T_A < T_B < T_C$ ) を持つ国債A、B、C (または金利スワップ) について、債券Bをショートし、AとCをロングする取引(あるいはそのロングとショートを逆転した取引)である。債券Bをバタフライのボディ、AとCをウィングと呼ぶ。バタフライ・トレードでは、これら3債券の相対価値指標である「バタフライスプレッド」が「適正値」から大きく乖離したときにその収束を狙ってポジションを構築する。

債券  $i$  ( $i=A, B, C$ ) のイールドを  $R_i$  とするとき、バタフライスプレッド  $BSP$  は次のように定義され、バタフライ・トレードの損益は  $BSP$  とともに変動する。

$$BSP \equiv R_B - (w_A R_A + w_C R_C) \quad (4)$$

ただし、 $w_A$  と  $w_C$  はそれぞれ債券Aと債券Cのポジションの金利感応度 (DV01) を債券Bのポジションの金利感応度で割った値であり、ボディ (債券B) のリスクで標準化された両ウィングのリスクウェイトとみなすことができる。(DV01はイールドが1bp変化したときのポジション価値変化の絶対値を表す。) したがって、イールドカーブの平行シフトが起きたとき、ポートフォリオの価値変化は債券BのDV01に  $(1 - w_A - w_C)$  を掛

けたものということになる。

バタフライ・トレードの具体的な構築法にはいろいろなバリエーションがあるが、代表的な手法としては、

- (a) デュレーションニュートラル ( $w_A + w_C = 1$ )  
かつキャッシュニュートラル (ロングとショート  
の金額が一致) の2条件を満たすリスク  
ウェイトの選択、
- (b) フィフティ・フィフティのリスクウェイト割  
り当て ( $w_A = w_C = 0.5$ )、
- (c) 回帰分析 ( $\Delta R_B = w_A \Delta R_A + w_C \Delta R_C + \varepsilon$ 、た  
だし  $\Delta$  は差分演算子) の係数推定値をリスク  
ウェイトとするもの、
- (d) (マルチファクター) 期間構造モデルによる  
ヘッジ比率を用いるもの、

などが挙げられる。(a) と (b) はデュレーションニュートラルだが、(c) あるいは (d) の手法を用いても、 $w_A + w_C$  は1に近い値をとるのが普通である。(a) ~ (c) の詳細についてはGrievens (1999)、Martellini, Priaulet and Priaulet (2002) などの解説を参照していただくことにして、ここでは (d) について簡単にまとめておきたい。

単純化のため、イールドカーブ変動がV2モデル (Vasicekの2ファクター版) によって記述されると仮定しよう。このとき、任意の債券のイールドはレベルファクター  $x$  とスロープファクター  $y$  の関数として表され、したがってバタフライスプレッドもまた  $x$  と  $y$  の関数となる。このとき(4)は

$$BSP(x, y) = R_B(x, y) - [w_A R_A(x, y) + w_C R_C(x, y)]$$

と書けるので、2個のファクターに対してヘッジされたバタフライ・トレードとは、

$$\begin{aligned} \frac{\partial BSP}{\partial x} &= \frac{\partial R_B}{\partial x} - \left[ w_A \frac{\partial R_A}{\partial x} + w_C \frac{\partial R_C}{\partial x} \right] = 0 \\ \frac{\partial BSP}{\partial y} &= \frac{\partial R_B}{\partial y} - \left[ w_A \frac{\partial R_A}{\partial y} + w_C \frac{\partial R_C}{\partial y} \right] = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

を満たすようなリスクウェイト $w_A$ と $w_C$ を選ぶことによって構築される。このトレードはイールドカーブの水準と傾きに関してはヘッジされているが、収益源泉である曲率についてはヘッジされていない。

どのような手法を選ぶにせよ、いったんリスクウェイトを決めれば、バタフライ・トレードの（キャリアを除く）損益は近似的に次のように表すことができる。

$$\begin{aligned} P\&L \approx DV01_B \times \Delta BSP \\ &= DV01_B \times [\Delta R_B - (w_A \Delta R_A + w_C \Delta R_C)] \end{aligned} \quad (6)$$

イールドカーブの曲率（上に凸である程度）が増加すれば、 $\Delta BSP > 0$ となり、このトレードにはキャピタルゲインが発生する。しかし、そもそもバタフライ・スプレッドが過大（あるいは過小）であるという判断はどのように下せば良いのだろうか。ヒストリカルな平均からの乖離に基づいてポジションを作るという単純な戦略に従うプレイヤーも少なくないようだが、バタフライ・スプレッドの均衡値を左右する経済的な要因を無視すると、経済の構造変化によって思わぬ損失を被りかねない。

バタフライ・スプレッドの均衡値を決める一つの要因は、金利ボラティリティである。通常イールドカーブは上に凸であるため、このトレードはネガティブキャリアとなる場合が多い。しかし同時にポジティブコンベクシティを持つはずなので、もしバタフライ・スプレッドが一定であっても、イールドカーブが大きくパラレルシフトすれば利益

は増大する傾向があると考えられる。均衡においては $\Delta BSP$ の期待値はゼロとなり、コンベクシティの価値とネガティブキャリアが相殺する形になる。したがって、金利ボラティリティが大きいほど均衡におけるネガティブキャリアも大きいはず（そうでなければフリーランチが発生する）であり、したがって $BSP$ の適正值も大きいはずだということになる。この意味で、Jones (1991) は $BSP$ をコンベクシティのコストと呼んでいる。

金利ボラティリティとイールドカーブの曲率の間には正の相関があるべきだという命題は、標準的な期間構造モデルのインプリケーションでもあるが、実際にデータによって相関関係を検証した論文として発表されたのはLitterman, Scheinkman and Weiss (1991) が最初のものである。彼らは1980年代のデータを分析し、米国債バタフライ・スプレッドを表す変数によって米国債先物オプションのインプライドボラティリティの変動を7割程度説明できると報告している。最近の論文では、Christiansen and Lund (2005) が同様の相関関係の統計的有意性を確認しているが、経済的重要性という観点から見ると、ボラティリティがイールドカーブ形状に与える影響は（超長期セクターを除くと）それほど大きくはないと結論付けている。

イールドカーブの曲率を決めるもう一つの重要な要因は、将来の景気動向の予想にかかわるものであり、多くの金利期間構造モデルでは平均回帰のパラメータという形をとっている。Tuckman (2003) は1993年から2003年までのバタフライ・スプレッドを分析して均衡値の頻繁なシフトを検出するとともに、「景気循環ファクター」（前節のスロープ・ファクターに相当）の平均回帰速度（ $\beta$ に相当）の変化によって、そのようなレジームシフトを説明することができることを論じている。例えば2003年3月時点での（フィフティ・フィフ

ティ・ウエートを用いた) 2-5-10年バタフライは4bp前後と非常に低い値をとっていたが、これは景気回復のスピードが非常に遅いと市場参加者によって予想されていたことで説明できる、というわけである。

以上の議論から明らかなように、バタフライスプレッドの均衡値は固定的なものではなく、金利ボラティリティやマクロ経済の調整速度などに依存して決まる変数であって、その推定には背後の経済的メカニズムに関する理解と分析が必要である。Tuckman (2003) には、もし2001年の前半に機械的なテクニカルトレーディング・ルールを実践していれば大きな損失が発生していたはずだというケーススタディも含まれており、単純な統計的アプローチに対する警鐘となっている。

#### 4. 期間構造モデルに基づくイールドカーブ戦略

前節の議論では、バタフライ・トレードを構成する債券3銘柄はあらかじめ決まったものとして扱ったが、運用者は変動する市場環境に対応してイールドカーブ上のどの点を選べばよいかという問題に日々直面しており、その答えも3点とは限らない。第2節で紹介したような均衡期間構造モデルは、イールドカーブの全域について割安・割高のシグナルをリアルタイムで提供してくれるものであり、イールドカーブ戦略をシステムチックに展開するための基本ツールとして使われる。

金利スワップのイールドカーブ変動が「2+モデル」のような3ファクター期間構造モデルで記述される場合、イールドカーブの3点(例えば2年、10年および30年セクター)を基準として、他のスワップ金利のミスプライシングを計測することができる。その結果、例えば20年セクターが8

bp割安(固定金利受取が有利)というシグナルが得られたとしよう。後述のように、このような「均衡からの乖離」には平均回帰傾向があり、確率的にはおおむねゼロの方向へ収束に向かうことが期待できる。さらに、テクニカルな需給要因やヒストリカルな割安度の変動なども検討した上で、十分に魅力的な収益機会であると運用者が判断すれば、20年セクターをロングするとともに、2・10・30年セクターによるヘッジポジションを作ることになる。

構築されたポートフォリオはバタフライ・トレードとは異なり、イールドカーブ上の4点を含むものとなる。ヘッジの条件は(5)式に似た形になるが、ファクターと債券の数をそれぞれ一つずつ増やした形になる。イールドカーブのゆがみの存在自体はモデルを使わなくても発見できるかもしれないが、直観のみに頼っていたのでは、3種類もの変動要因に対してヘッジされたポートフォリオの組成は困難であろう。

一般的に言って、イールドカーブ変動がNファクターモデルで表現できる場合、すべてのイールドカーブポジションはN個のファクターに対するエクスポージャーに還元される。これらのエクスポージャーがゼロになるようにポートフォリオを構築することによって、割安度・割高度の変動以外のイールドカーブの動きによる収益の変動を最小化できるわけだが、上記の例(一つのセクターが割安)では、そのためにイールドカーブ上の(N+1)点を含むポートフォリオが必要となる。十分に割安(あるいは割高)なセクターがK個あれば、合計でイールドカーブ上の(N+K)点を含むポートフォリオが構築されることになろう。

このような期間構造モデルに基づくイールドカーブ・アービトラージ戦略はどの程度有効なのだろうか。「2+モデル」で推定したミスプライシ

ング (OAS) の平均回帰傾向に関する簡単な紹介 (三上・四塚 (2000) 50～57ページ) を除くと、公表されている研究はほとんどないようだが、最近になってV2モデルを使ったシミュレーションの結果がDuarte, Longstaff and Yu (2005) によって報告されている。彼らの研究は、米ドル金利スワップカーブ上の2点 (1年と10年) を基準として2・3・5・7年スワップレートの割安度・割高度を推定し、ミスプライシングが大きい年限 (例えば3年) をバタフライのボディ、1年と10年をウィングとするバタフライ・トレードを1988年から2004年までの長期データを用いてシミュレートしたものである。四つの年限別に2種類のトレーディングルールを適用して得た8通りの個別戦略の月次超過リターンは0.44%から0.63% (年率5.3%から7.6%) の間にあっていずれも統計的に有意であり、シャープレシオは0.52から0.76となっている。(他に歪度・尖度なども報告されている。) 異なる年限を対象とした個別戦略を複数組み合わせれば、さらに高いシャープレシオが得られると思われる。

---

## 5. ダイナミックヘッジ戦略とイールドカーブ

---

前節までの議論では、イールドカーブのゆがみの原因については特に検討してこなかったが、近年米国債券市場の大きな攪乱要因となっているのが、モーゲージ証券 (MBS) の投資家による「コンベクシティヘッジ」である。ここでは、2003年夏の米国におけるMBS投資家の行動とイールドカーブの変動を例として取り上げ、コンベクシティヘッジなどのダイナミックヘッジ戦略がイールドカーブ戦略に対して持つインプリケーションについて考えてみたい。

米国のMBSにはさまざまな種類があるが、住宅ローン債権のプールに基づいてエージェンシー (政府系金融機関) が発行する住宅モーゲージ証券がその代表格であり、本稿で言うMBSはこれを指す。MBSは債券から「プリペイメントオプション」を差し引いたものであり、投資家は信用リスクのない債券を保有すると同時に、住宅ローンの早期返済 (プリペイメント) のリスクを背負うことになる。MBS (およびそのデリバティブ) はリスクとプライシングの複雑さ故に割安になりやすく、割安なMBSに投資して米国債や金利スワップでヘッジするMBSアービトラージ戦略は、多くの債券系ヘッジファンドにおいて重要な投資戦略の一つとなっている。(ただし本稿執筆時点 (2005年11月) では割安度はほぼゼロと言ってよい。)

MBSにはネガティブコンベクシティがあり、金利が低下するとデュレーションは減少する。そのため、金利水準が大きく動いたとき、ヘッジ付きで保有する投資家によるヘッジ比率の調整 (コンベクシティヘッジ) が、債券価格上昇時の債券買い戻し (あるいは下落時の空売り) によって債券市場を不安定化させる要因となる。近年の米国市場において、政府系金融機関やヘッジファンドなどによるコンベクシティヘッジは国債市場やスワップ市場を揺るがす規模にまで拡大しており、いまやMBSアービトラージを理解せずに米国債券市場を理解することはできないと言っても過言ではない。米国債発行残高が4.1兆ドル (2005年6月末) であるのに対し、広義のMBSの残高合計は5.8兆ドル、そのうちエージェンシーMBSだけで3.6兆ドルという規模に達しており、MBS投資家のヘッジが債券市場に与える影響は大きい。

コンベクシティヘッジの影響に関するケーススタディとして、2003年7月の米国債券市場を見て



みよう。景気回復期待を背景とする金利上昇基調の中で、グリーンズパンFRB議長の議会証言（7月中旬）においてデフレリスクは極めて小さいとの評価が述べられ、非伝統的な金融政策の可能性が否定されたことで、6月のFOMC以降続いていた債券市場の下落が加速し、残存期間が5年を超えるセクターでは1カ月で95bp～115bpの金利上昇となった。図2に見られるように、5月の金利低下でMBSのデュレーションが低下した後、6月以降の金利反転上昇はデュレーションの急激な長期化をもたらし、6月のボトムと比較すると、7月末時点のデュレーションは優に2倍以上となっている。このようなヘッジ比率の大幅な変化が売り圧力となり、債券市場のさらなる下落を促したと考えられる。

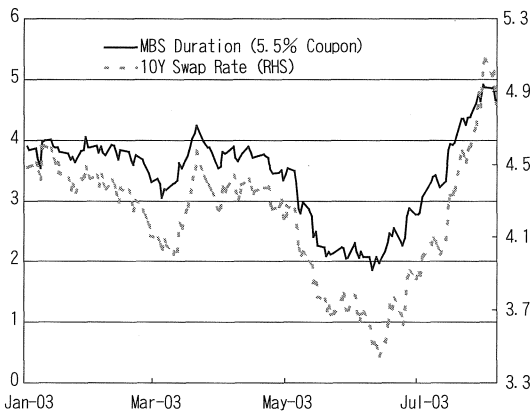
コンベクシティヘッジに使われる国債・金利スワップは特定のセクター（5～7年前後）に集中する傾向があり、そのことはイールドカーブの形状にも大きな影響を与えた。2003年7月の1カ月間で、スワップイールドカーブは10-30年のスロープが17bpほどフラット化したものの、短期～中期セクターが大幅にスティープ化（例えば2-7

年スプレッドは約38bp拡大）した。図3には、2-7-30年バタフライスプレッド（フィフティ・フィフティ・ウエート）の推移が示されているが、まず5月の金利低下（MBSデュレーション短期化）に伴う5～7年スワップの買い戻し（固定金利受取の増加）によってイールドカーブの曲率が顕著に低下した後、7月には上述のような金利上昇（MBSデュレーション長期化）に伴うスワップ固定金利支払いの急激な増大によって、曲率は劇的に上昇した。

このように極端なイールドカーブ形状の変動は、基本的にはテクニカルな需給要因によるものであり、必要なヘッジ取引が完了すれば本来のカーブ形状に戻っていくことが期待できる。したがって、適切なタイミングでアービトラージポジションを構築できれば大きな収益が得られるはずだが、そのためにはモデルから計算される割安度・割高度の小さな変動に反応するよりも、コンベクシティヘッジの状況分析に基づいてイールドカーブ戦略のエクスポージャーを調整していくことが重要であろう。

MBS市場を日ごろから観察していれば、マク

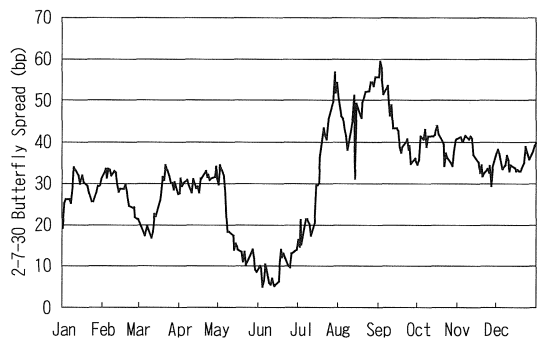
図2 金利上昇とMBSデュレーションの長期化(2003年)



点線：米国10年スワップレート（右側軸）  
 実線：MBSデュレーション（左側軸）

図3 米国スワップイールドカーブ

2-7-30年バタフライスプレッドの推移(2003年)



バタフライスプレッドの定義：

$$BSP \equiv \text{SwapRate}(7y) - \frac{1}{2} [\text{SwapRate}(2y) + \text{SwapRate}(30y)]$$

口的要因による金利変動がトリガーとなって一連のヘッジ行動を誘発し、イールドカーブの一時的なゆがみをもたらすであろうことは容易に予想できる。巨大なMBS市場の存在は米国に特有のものだが、予想可能なダイナミックヘッジ戦略（例えばVARに基づく銀行のリスク管理行動、大量に販売された仕組債のヘッジなど）はほかにも存在する。これらのダイナミックヘッジ戦略は、イールドカーブ戦略にとって警戒すべきリスク要因であると同時に、マーケットに一時的なゆがみを発生させることによって新たな収益機会をもたらす要因とも言える。

## 6. 結語

本稿では、イールドカーブの傾き・曲率等を対象とする投資戦略（イールドカーブ・アービトラージ戦略）を取り上げ、投資銀行やヘッジファンドにおける実践の発展を簡単に振り返るとともに、その背後にある理論モデルや分析ツールを紹介し、（決して網羅的とは言えないが）代表的な実証分析の成果を展望した。広く知られた手法であるバタフライ・トレードについても、理論的な観点から整理するとともに、単純な統計的アプローチに頼ったトレーディングの危険性を指摘している。また、より幅広いイールドカーブ戦略を実行するための枠組みとして「均衡期間構造モデル」を用いた手法を解説し、アカデミックな実証研究とも関連付けながら、モデルに基づくトレーディング戦略の有効性に関するシミュレーションを紹介した。

イールドカーブのゆがみを発生させる要因は多岐にわたり、画一的なモデル化は困難だが、ここでは重要な具体例としてMBS投資家によるコンベクシティヘッジを取り上げ、それが米国イール

ドカーブの形状に与える攪乱を明らかにした。コンベクシティヘッジに代表されるようないわゆるダイナミックヘッジ戦略は、イールドカーブ戦略にとって大きなリスク要因だが、平穏なマーケットに一時的なゆがみを発生させることによって魅力的な収益機会をもたらす要因でもある。当然のことながら、このような攪乱要因を収益源泉とするためには、そのメカニズムを深く理解することが不可欠である。

### 〔参考文献〕

- Chang, G, and V. Naik (2002), “A Model of the Yield Curve with Time-varying Interest Rate Targets”, Lehman Brothers.
- Christiansen, C., and J. Lund (2005), “Revisiting the Shape of the Yield Curve: The Effect of Interest Rate Volatility”, Working Paper, Aarhus School of Business.
- Clarida, R., J. Gali, and M. Gertler (2000), “Monetary Policy Rules and Macroeconomic Stability: Evidence and Some Theory,” *Quarterly Journal of Economics* 115, pp. 147-180.
- Dai, Q., and K. Singleton (2003), “Term Structure Dynamics in Theory and Reality”, *Review of Financial Studies*, Vol. 16, No. 3, pp. 631-678.
- Duarte, J., F. Longstaff and F. Yu (2005), “Risk and Return in Fixed Income Arbitrage”, Working Paper, UCLA.
- Fleming, M., and E. M. Remolona (1999), “The Term Structure of Announcement Effects”, BIS Working Paper, No. 71.
- Grieves, R. (1999), “Butterfly Trades”, *Journal of Portfolio Management*, Fall, pp. 87-95.
- Jones, F. (1991), “Yield Curve Strategies”, *Journal of Fixed Income*, September, pp. 43-49.
- Kocic, A. (2002), “Time Varying Risk Premia: Their origin, estimation and applications in the multifactor affine models”, Deutsche Bank.
- Litterman, R., J. Scheinkman, and L. Weiss (1991), “Volatility and the Yield Curve”, *Journal of Fixed Income*, June.
- Martellini, L., P. Priaulet, and S. Priaulet (2002), “Understanding the Butterfly Strategy”, *Journal of Bond Trading & Management*, Vol. 1, No. 1, pp. 9-19.

## 特集

- Swartz, S., and M. Winkler (1989), “Salomon Takes Hit on Trades”, *Wall Street Journal*, March 23.
- Taylor, J. B. (1993), “Discretion versus Policy Rules in Practice”, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 39, 195-214.
- Torres, C. (1989), “‘Yield-Curve Arbitrage’ Rewards the Skillful”, *Wall Street Journal*, July 27.
- Tuckman, B. (2002), *Fixed Income Securities*, Second Edition, Wiley.
- Tuckman, B. (2003), “Macro-Awareness in Relative Value Trading”, Lehman Brothers.
- Vasicek, O. (1977), “An Equilibrium Characterization of the Term Structure”, *Journal of Financial Economics*, 5, 177-188.
- 三上芳宏・四塚利樹 (2000)、『ヘッジファンド・テクノロジー』、東洋経済新報社